

PAT-NO: JP02003073756A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003073756 A

TITLE: COMPOSITE MATERIAL AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

PUBN-DATE: March 12, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TANAKA, KATSUAKI	N/A
KINOSHITA, KYOICHI	N/A
SUGIYAMA, TOMOHEI	N/A
YOSHIDA, TAKASHI	N/A
KONO, EIJI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOTA INDUSTRIES CORP	N/A

APPL-NO: JP2001256292

APPL-DATE: August 27, 2001

INT-CL (IPC): C22C001/10

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a composite material having excellent low thermal expansibility.

**SOLUTION:** The method for manufacturing the composite material is characterized by having a filling step of filling a SiC powder in dies as a dispersion material, a preheating step of preheating the dies to a reaction initiation temperature or higher, at which a molten **metal of a matrix metal** containing Al as a main component and SiC particles start the reaction, and a teeming process of teeming the molten **metal of the matrix metal** having a temperature equal to or higher than the reaction initiation temperature, into the dies after the filling process and the preheating process, pressurizing it, and impregnating the molten metal among the SiC powders. The molten metal temperature and the preheating temperature, both of which are made to be equal to or higher than the reaction initiation temperature, make the substance with low thermal expansibility crystallize or generate, to provide the composite material with low thermal expansibility, without greatly reducing thermal conductivity. The composite material is particularly suitable for a heat sink member for electronic instruments.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-73756  
(P2003-73756A)

(43) 公開日 平成15年3月12日 (2003.3.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
C 2 2 C 1/10

識別記号

F I  
C 2 2 C 1/10

キーワード(参考)

G 4 K 0 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-256292(P2001-256292)

(22) 出願日 平成13年8月27日 (2001.8.27)

(71) 出願人 000003218

株式会社豊田自動織機

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(72) 発明者 田中 勝章

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機内

(72) 発明者 木下 恭一

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

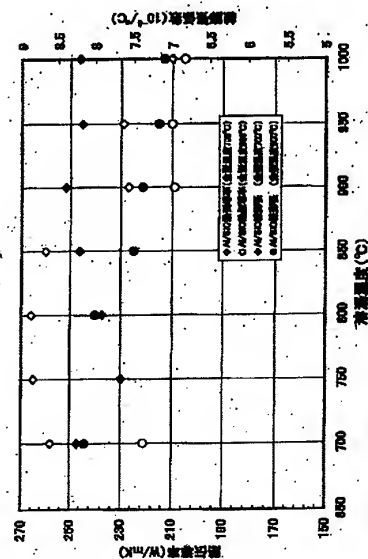
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合材料およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 低熱膨張性に優れた複合材料の製造方法を提供する。

【解決手段】 分散材である SiC 粉末を金型に充填する充填工程と、その金型の予熱温度を、Al を主成分とするマトリックス金属の溶湯と SiC 粒子とが反応を開始する反応開始温度以上とする予熱工程と、充填工程および予熱工程後の金型に溶湯温度が反応開始温度以上であるマトリックス金属の溶湯を注湯し加圧して SiC 粉末に溶湯を含浸させる注湯工程と、を備えることを特徴とする複合材料の製造方法。溶湯温度と予熱温度とを反応開始温度以上とすることで、低熱膨張性物質が晶出または生成し、熱伝導性を大きく低下させることなく、低熱膨張性の複合材料が得られた。特に、この複合材料は電子機器用放熱部材として好適である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Alを主成分とするマトリックス金属中にSiC粒子が分散した複合材料の製造方法において、SiC粉末を金型に充填する充填工程と、

該金型の予熱温度を、前記マトリックス金属の溶湯と該SiC粉末中のSiC粒子とが反応を開始する反応開始温度以上とする予熱工程と、

該充填工程および該予熱工程後の金型に溶湯温度が該反応開始温度以上である該マトリックス金属の溶湯を注湯し加圧して該SiC粉末に該溶湯を含浸させる注湯工程と、

を備えることを特徴とする複合材料の製造方法。

【請求項2】 前記マトリックス金属はAlを90質量%以上含有した純AlまたはAl合金であり、

前記予熱温度および前記溶湯温度は、850~1000℃である請求項1記載の複合材料の製造方法。

【請求項3】 前記複合材料は、電子機器用放熱部材に用いられるものである請求項1記載の複合材料の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、Alを主成分とするマトリックス金属中にSiC粒子が分散した複合材料の製造方法に関するものである。特に、半導体チップ等からなる電子機器の熱を外部に放熱する電子機器用放熱部材に適した複合材料の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 各種機器の制御に、高集積半導体チップやそれらを基板上に高密度に配設したモジュール等が用いられる。半導体チップ等のデバイスは、通常、その使用温度範囲が定められており、その範囲を超えると誤作動を起すため、半導体チップ等からの発熱は、適宜放熱する必要がある。そのために、従来から半導体チップや基板の下面にヒートシンク等の放熱部材が設けられてきた。従って、このような放熱部材は、優れた高熱伝導性を必要とする。

【0003】 さらに、放熱部材は、その高熱伝導性に加え、低熱膨張性を有することが求められる。放熱部材自体の熱歪みや、放熱部材と半導体チップまたは基板との剥離（例えば、はんだの剥離）等を抑制するためである。

【0004】 放熱部材としてアルミニウム（Al）等の金属を単体で用いた場合、高熱伝導性と低熱膨張性とを両立させることは困難である。SiC等のSi系セラミックス材料を用いた場合、両特性を高次元でバランスさせることができるが、セラミックス単体では、韌性に乏しく衝撃に対して弱い。特に、加工時、組付時、使用時等に放熱部材へ加わる衝撃により、放熱部材の割れ、破損等を生じ兼ねない。

【0005】 そこで、高熱伝導性、低熱膨張性、高信頼

性等をバランス良く満足させるために、金属-セラミックス複合材料が放熱部材に用いられる。例えば、特開平11-228261号公報、特開平11-116363号公報または特開平11-140560号公報にそのような複合材料の開示がある。これらの複合材料はいずれも、バインダーを混合したセラミックス粉末を成形、焼成した予備成形体（プリフォーム）に、マトリックス金属の溶湯を高圧で含浸させて製造されたものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、従来の複合材料の場合、プリフォームに含浸させるマトリックス金属の溶湯温度等は、その含浸性や溶湯の取扱性等を考慮して選択されるに過ぎなかった。そして、得られた複合材料の熱伝導率や線膨張係数は、溶湯の含浸の程度等により影響を受け、使用材料である金属とセラミックスとの割合、つまり複合則にほぼ従う程度のものであった。

【0007】 しかし、本発明者は、種々の実験を繰返した結果、複合材料の線膨張係数等が単なる複合則以外に、金属マトリックスの溶湯温度やセラミック粒子を充填した金型の予熱温度に影響されることを新たに見出した。

【0008】 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものである。つまり、この知見を利用して、熱伝導性および熱膨張性を従来以上に高次元で両立できる金属-セラミックス複合材料からなる複合材料の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、前記知見に基づいてさらなる研究を行った。その結果、マトリックス金属（Al）とセラミック粒子（SiC）とが所定の温度以上で接触した場合、低熱膨張性の物質（以下、「低熱膨張性物質」と称する。）が晶出または生成され、高熱伝導性が維持されつつ、複合材料全体の熱膨張性が低下することを確認し、本発明を完成させた。

（複合材料の製造方法） すなわち、本発明の複合材料の製造方法は、Alを主成分とするマトリックス金属中にSiC粒子が分散した複合材料の製造方法において、SiC粉末を金型に充填する充填工程と、該金型の予熱温度を前記マトリックス金属の溶湯と該SiC粉末中のSiC粒子とが反応を開始する反応開始温度以上とする予熱工程と、該充填工程および該予熱工程後の金型に溶湯温度が該反応開始温度以上である該マトリックス金属の溶湯を注湯し加圧して該SiC粉末に該溶湯を含浸させる注湯工程と、を備えることを特徴とする。

【0010】 本発明の製造方法では、予熱工程における予熱温度と注湯工程における溶湯温度とを、マトリックス金属の溶湯とSiC粉末中のSiC粒子とが反応を開始する反応開始温度以上にした。その結果、複合材料の熱伝導率を大きく低下させることなく、その膨張率を低下させることに成功した。このメカニズムの詳細は必ず

しも定かではないが、SiC粒子とマトリックス金属との界面等に、低熱膨張性物質（SiやAl<sub>4</sub>C<sub>3</sub>）が新たに晶出、生成等されたためであると考えられる。従って、本発明という「反応」とは、注湯工程またはそれに続く冷却、凝固工程で、低熱膨張性物質の有効な出現を可能とする状態を意味する。つまり、化学的反應に限らず、SiCの金属マトリックス中への溶出等もここでいう反応に含まれる。

【0011】反応開始温度は、金属マトリックスの組成にも依存するが、概ね800℃以上である。そこで、例えば、予熱温度または溶湯温度を、それぞれ独立に、800℃、850℃、875℃、900℃、925℃、950℃等から選択することができる。より具体的には、前記マトリックス金属が、Alを90質量%以上含有した純AlまたはAl合金である場合、前記予熱温度および前記溶湯温度を、850～1000℃とすると、より好適である。予熱温度の上限を1000℃としたのは、それが1000℃を超えると、金型の強度が低下し、その変形量も大きくなり好ましくないからである。また、溶湯温度の上限に特別な制限はないが、それが1000℃を超えて維持するのは経済的ではない。

【0012】なお、本発明に係る予熱工程は、注湯工程の開始前に、金型およびSiC粉末を所定温度以上に加熱しているものであれば良い。従って、充填工程終了後に限らず、充填工程中または充填工程の開始前から、予熱工程が開始されても良い。

【0013】ところで、本発明では、金型およびSiC粉末の予熱温度と溶湯温度とが十分に高いため、注湯工程において、マトリックス金属の溶湯が金型やSiC粉末に接触しても、その溶湯が容易に凝固せず、溶湯のSiC粉末への十分な含浸が可能となる。つまり、複合材料の熱伝導率低下の原因となる未含浸部の発生が抑制、防止される。

【0014】また、本発明の製造方法では、充填工程において、金型のキャビティに直接SiC粉末を充填し、予備成形体（プリフォーム）の成形、焼成工程等を必要としない。このため、高性能な複合材料が低コストで効率的に得られる。また、プリフォームの製作を省略できるため、低熱伝導性または高熱膨張性のバインダー等が複合材料内に混入することが防止される。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、実施形態を挙げ、本発明をより詳細に説明する。

(1) 充填工程およびSiC粉末

充填工程において、金型へ充填するSiC粉末は、一種の粉末でも、複数種の粉末を混合したもので良い。SiCはAl等のマトリックス金属と比較して遙かに線膨張係数が小さく、熱伝導率が高い。そこで、SiC粉末をマトリックス金属中へ多く充填する程（充填率を大きくする程）、複合材料の低熱膨張性と高熱伝導性と

を両立させることができる。

【0016】但し、その熱伝導性（熱伝導率）は、その充填率のみならず、マトリックス金属とSiC粒子との間に形成される界面の面積にも影響される。従って、充填率を上げる一方で界面の面積を低下させることが、複合材料の高熱伝導性を得る上で好ましい。単に、平均粒径の大きなSiC粒子を分散させると、界面の面積は小さくなるが、充填率も低下して所望の線膨張係数が得られない。一方、平均粒径の小さなSiC粒子を分散させると、充填率を大きくできたとしても、界面の面積が大きくなり、熱伝導率が低下する。また、平均粒径があまり小さいSiC粒子は凝集し易く、かえって充填率を低下させる。

【0017】そこで、本発明者は、前述の製造方法に加えて、さらなる低熱膨張性と高熱伝導性とを高次元でバランスさせることができるSiC粉末を開発した。すなわち、SiC粉末を、平均粒径の大きいSiC粗粒子と平均粒径の小さいSiC微粒子とで構成し、そのSiC粗粒子のSiC微粒子に対する体積比を1.5～4、SiC粗粒子のSiC微粒子に対する平均粒径比を10～15とすると、より好ましいことを見出した。そして、このときの充填率（複合材料全体を100体積%としたときのSiC粉末の割合）を65～75体積%とすると良いことも解った。より望ましくは、平均粒径比を11～14、体積比を2～3、充填率を68～72体積%とするとより好適である。

【0018】また、SiC粒子の平均粒径を具体的に言うなら、SiC粗粒子の平均粒径を50～300μmとし、SiC微粒子の平均粒径を5～30μmとすると、好適である。SiC粗粒子の平均粒径を50～200μm、75～150μmさらには75～125μmとすると、より好ましい。また、SiC微粒子の平均粒径を5～20μm、5～15μmさらには7～10μmとすると、より好ましい。

【0019】ここで、平均粒径とは、ふるい分け試験法、電気抵抗法（JIS R6002）を用いて測定した粒径の平均である。

【0020】なお、このようなSiC粉末は、SiC粗粒子とSiC微粒子とが混在したものであれば良く、その生成方法までは問わない。SiCを機械的または化学的に粉砕して生成しても良いし、平均粒径の異なる市販のSiC粉末を混合しても良い。また、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、この複合材料またはSiC粉末が、SiC微粒子とSiC粗粒子以外の第3粒子（粒径の異なるSiC粒子や別のセラミックス粒子等）を含んでも良い。

(2) 注湯工程

金属マトリックスの溶湯温度は、前述した通りである。本発明の場合、溶湯温度が十分に高いため、SiC粉末間への溶湯の含浸性は良好である。しかし、溶湯を加圧

しないと、SiC粉末間に溶湯は十分に含浸されない。そこで、溶湯に50～150MPa程度の圧力を加える。例えば、前記純Alの溶湯を用いた場合なら、その圧力を70～120MPaとすると好ましい。

【0021】マトリックス金属は、SiCとの反応後や凝固後にも、低熱膨張性、高熱伝導性であるものが好ましい。そのようなものである限り、合金元素等は特に拘らないが、SiCとの反応を考慮すると、例えば、純Al（純度98%以上）が好適である。

【0022】なお、この注湯工程後に冷却、凝固工程、離型工程、加工工程等が適宜為されることは言うまでもない。

### (3) 電子機器用放熱部材

本発明の製造方法により得られる複合材料は、電子機器用放熱部材に用いられるものであると、好適である。この電子機器用放熱部材は、電子機器の放熱のために、そこから生じた熱を外部に伝達するものである。もっとも、それは、いわゆるヒートシンクに限られない。例えば、それは、Al合金等の金属製ヒートシンクとセラミックス基板との間に介在して熱伝達を行う熱膨張整合用部材や電子機器の収納ケース等であっても良い。

### 【0023】

【実施例】次に、実施例を挙げて、本発明をより具体的に説明する。

（複合材料の製造方法）上述した本発明に係る製造方法を用いて、3×50×80mmの板状のAl-SiC複合材料を製作した。

【0024】SiC粒子の平均粒径が異なる2種のSiC粉末（昭和電工社製）を混合したSiC混合粉末を用意した（本発明でいう「SiC粉末」）。つまり、平均粒径が100μmのSiC粗粒子からなるSiC粉末と、平均粒径が8μmのSiC微粒子からなるSiC粉末とを、それぞれ体積比で7：3の割合で混合して（混合工程）、SiC混合粉末を調製した。なお、このSiC混合粉末は、平均粒径比が12.5、体積比が2.3に相当する。

【0025】次に、このSiC混合粉末を、前記複合材料の形状に沿った凹状のキャビティをもつ金型へ充填した（充填工程）。この充填の際、特に加圧はせず、バインダー等も混合しなかった。もっとも、その充填工程を金型に振動を加えつつ行くと、キャビティ内で各SiC粒子の移動が促進され、各粒子が相互に隙間を埋めるように配置されて、嵩密度や複合材料の充填率がより向上させ得る。

【0026】次に、マトリックス金属である純Al（JIS A1050：融点660℃）を溶解した溶湯を用意した。この溶湯を、700～950℃の範囲内で50℃ごとに変化させ、各温度に保持した溶湯を金型の注口から注湯し、加圧した（注湯工程）。このときの加圧力は、各溶湯共通で、100～140MPaとした。

【0027】なお、この注湯工程前に、金型を予め900℃に加熱しておいた（予熱工程）。また、金型（の予熱）温度を700℃とした場合についても、同様な注湯工程を行った。本実施例では、金型を電気ヒータで加熱し、その金型の温度を予熱温度とした。

【0028】これらの注湯工程後、金型を空冷して、溶湯を凝固させた後（凝固工程）、金型から鋳造品を取出し（離型工程）、Al-SiC複合材料を得た。

【0029】本実施例では行わなかったが、必要に応じて得られた複合材料を切削加工して、電子機器と接触する面の面粗度や平面度等を確保し、電子機器用放熱部材とすることもできる。

（複合材料の測定）各種溶湯温度から得られた複合材料について、熱伝導率および線膨張係数を測定した。図1に、溶湯温度（℃）を横軸に、熱伝導率（W/m・K）および線膨張係数（ $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）を縦軸にとり、それらの関係をプロットしたグラフを示す。

【0030】なお、この熱伝導率は、レーザーフラッシュ法熱定数測定装置（真空理工社製、TC-7000）を用いて、JIS R1611により求めた。線膨張係数は、機械分析 TMA120C（セイコーインスツルメント）により求めた。

【0031】また、各複合材料のSiC混合粉末の充填率をアルキメデス法により求めたところ、全体に対して約70%であった。

（評価）図1から、予熱温度を900℃として、溶湯温度を850℃（本実施例の反応開始温度）以上、特に、900℃以上としたときに得られた複合材料は、その線膨張係数が著しく低いことが解る。しかも、このとき、熱伝導率はほぼ210W/m・K以上であり、高熱伝導性が確保されていることも確認できた。

【0032】一方、予熱温度を700℃とした場合、その線膨張係数は、溶湯温度が高くなっても殆ど変化せず、高い値を維持した。これは、線膨張係数を低減させる低熱膨張性物質の晶出または生成がなかったためと考えられる。

（複合材料の組織）次に、予熱温度および溶湯温度を900℃として製造した、上記実施例の複合材料の組織写真を図2（a）および同図（b）に示す。図2（a）は、金属顕微鏡により観察した倍率50倍の組織写真である。白い樹枝状（デンドライト状）のものがSiの晶出物（晶出Si）である。図2（b）は、金属顕微鏡により観察した倍率1000倍の組織写真である。大小の粒径を有するSiC粒子の界面にSiが単独で晶出していることが分る。

### 【0033】

【発明の効果】本発明の製造方法によれば、高熱伝導性を維持しつつ、低熱膨張性物質の晶出または生成により、より低い熱膨張性を発揮する複合材料が得られた。

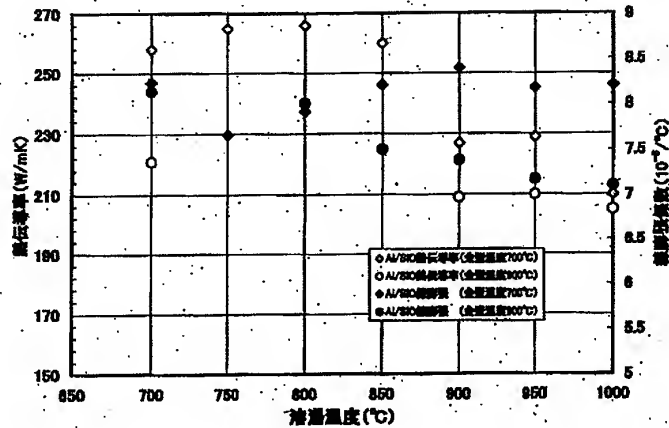
【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例に係る溶湯温度と、熱伝導率および線膨張係数との関係を示すグラフである。

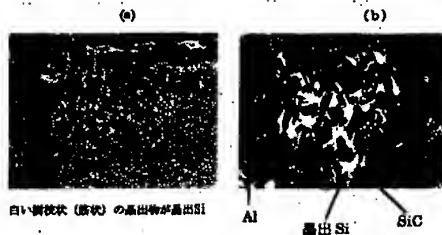
(a) は、50倍率の金属顕微鏡写真であり、同図(b) は、1000倍率の金属顕微鏡である。

【図2】本実施例の複合材料の組織写真である。同図

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 杉山 知平  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社  
豊田自動織機内

(72)発明者 吉田 貴司  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機内

(72)発明者 河野 栄次  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機内

Fターム(参考) 4K020 AA22 AC01 BB26

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of composite material that the SiC particle distributed aluminum in the matrix metal used as a principal component. It is related with the manufacture approach of the composite material which fitted the radiator material for electronic equipment which radiates heat outside in the heat of the electronic equipment which consists of a semiconductor chip etc. especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] The module which arranged a high integrated semiconductor chip and them on the substrate at high density is used for control of various devices. If the operating temperature limits are appointed and the range is exceeded, in order for devices, such as a semiconductor chip, to usually cause incorrect actuation, generation of heat from a semiconductor chip etc. needs to radiate heat suitably. Therefore, radiator material, such as a heat sink, has been prepared in the inferior surface of tongue of a semiconductor chip or a substrate from the former. Therefore, such radiator material needs the outstanding high temperature conductivity.

[0003] Furthermore, it is called for that radiator material has low-fever expansibility in addition to the high temperature conductivity. It is for controlling the heat distortion by the radiator material itself, exfoliation (for example, exfoliation of solder) with radiator material, a semiconductor chip, or a substrate, etc.

[0004] When metals, such as aluminum (aluminum), are alone used as radiator material, it is difficult to reconcile high temperature conductivity and low-fever expansibility. Although both properties can be made to balance by high order origin when Si system ceramic ingredients, such as SiC, are used, it is [ a ceramic simple substance ] deficiently weak to an impact to toughness. Especially, the crack of radiator material, breakage, etc. may be produced by the impact which joins radiator material at the time of use etc. at the time of with a group at the time of processing.

[0005] Then, in order to satisfy high temperature conductivity, low-fever expansibility, high-reliability, etc. with sufficient balance, metal-ceramic composite material is used for radiator material. For example, JP, 11-228261, A, JP, 11-116363, A, or JP, 11-140560, A has the indication of such a composite material. Each of such composite material infiltrates the molten metal of a matrix metal into the preforming object (preforming) which fabricated the ceramic powder which mixed the binder and was calcinated with high pressure, and is manufactured.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the case of the conventional composite material, the molten metal temperature of the matrix metal infiltrated into preforming etc. was chosen in consideration of the impregnating ability, handling nature of a molten metal, etc. And the thermal conductivity and coefficient of linear expansion of composite material which were obtained were influenced with extent of sinking [ of a molten metal ] in etc., and were a thing of extent of the metal and ceramics which are the material of construction which is got blocked and follows the rule of mixture mostly comparatively.

[0007] However, this invention person newly found out being influenced by the preheat temperature of the metal mold with which the coefficient of linear expansion of composite material etc. was filled up with the molten metal temperature and the ceramic particle of a metal matrix in addition to the mere rule of mixture,



as a result of repeating various experiments.

[0008] This invention is made in view of such a situation. That is, it aims at offering the manufacture approach of the composite material which consists of a metal-ceramic composite material compatible [ in thermal conductivity and thermal-expansion nature ] by high order origin more than before using this knowledge.

[0009]

[Means for Solving the Problem] this invention person did further research based on said knowledge. Consequently, the matter (the "low-fever bulkage" being called hereafter.) of low-fever expansibility being crystallized or generated, and high temperature conductivity being maintained, when it contacts above temperature predetermined in a matrix metal (aluminum) and a ceramic particle (SiC), it checked that the thermal-expansion nature of the whole composite material fell, and this invention was completed. (The manufacture approach of composite material) Namely, the manufacture approach of the composite material of this invention In the manufacture approach of composite material that the SiC particle distributed aluminum in the matrix metal used as a principal component The preheating process like the packer who fills up metal mold with SiC powder which carries out preheat temperature of this metal mold to more than the threshold reaction temperature to which the molten metal of said matrix metal and the SiC particle in this SiC powder start a reaction, It is characterized by having the teeming process at which molten metal temperature carries out teeming of the molten metal of this matrix metal that is this more than threshold reaction temperature, pressurizes it at the metal mold after this preheating process, and this packer infiltrates this molten metal into this SiC powder.

[0010] By the manufacture approach of this invention, preheat temperature which can be beforehand set like a heat process, and molten metal temperature in a teeming process were carried out more than the threshold reaction temperature to which the molten metal of a matrix metal and the SiC particle in SiC powder start a reaction. Consequently, it succeeded in reducing the expansion coefficient, without reducing the thermal conductivity of composite material greatly. Although the detail of this mechanism is not necessarily certain, the low-fever bulkage (Si and aluminum<sub>4</sub>C<sub>3</sub>) is considered to newly carry out crystallization, generation, etc. by the interface of a SiC particle and a matrix metal etc. Therefore, the "reaction" as used in the field of this invention is cooling and the coagulation process following a teeming process or it, and means the condition of enabling the effective appearance of the low-fever bulkage. That is, not only a chemical reaction but the elution to the inside of the metal matrix of SiC etc. is contained in a reaction here.

[0011] Threshold reaction temperature is 800 degrees C or more in general, although it is dependent also on the presentation of a metal matrix. Preheat temperature or molten metal temperature can be independently chosen from 800 degrees C, 850 degrees C, 875 degrees C, 900 degrees C, 925 degrees C, 950 etc. degrees C, etc. there, respectively. It is more suitable, if said preheat temperature and said molten metal temperature are more specifically made into 850-1000 degrees C when said matrix metal is pure aluminum or aluminum alloy which contained aluminum more than 90 mass %. It is because the reinforcement of metal mold falls and the deformation of having made the upper limit of preheat temperature into 1000 degrees C becomes large and is not desirable, either, if it exceeds 1000 degrees C. Moreover, although there is no limit special to the upper limit of molten metal temperature, it is not economical that it maintains exceeding 1000 degrees C.

[0012] In addition, the preheating process concerning this invention should just be heating metal mold and SiC powder before initiation of a teeming process beyond predetermined temperature. Therefore, a packer may be beforehand started like a heat process not only for after termination but for a packer from before the initiation inside or like a packer.

[0013] By the way, in this invention, since the preheat temperature and molten metal temperature of metal mold and SiC powder are high enough, even if the molten metal of a matrix metal contacts metal mold and SiC powder, the molten metal does not solidify easily but sufficient sinking in of it to the SiC powder of a molten metal is attained in a teeming process. That is, generating of the non-sunk in section constituting the cause of a thermal conductivity fall of composite material is controlled and prevented.

[0014] Moreover, it sets like a packer, direct SiC powder is filled up with the manufacture approach of this invention into the cavity of metal mold, and shaping of a preforming object (preforming), a baking process,

etc. are not needed. For this reason, a highly efficient composite material is efficiently obtained by low cost. Moreover, since manufacture of preforming is omissible, it is prevented that the binder of low-temperature conductivity or high temperature expansibility etc. mixes in composite material.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Next, an operation gestalt is mentioned and this invention is explained more to a detail.

(1) That with which even one kind of powder mixed two or more sorts of powder is sufficient as the SiC powder with which a packer sets like a SiC powder packer and it is filled up to metal mold. As compared with matrix metals, such as aluminum, coefficient of linear expansion of SiC is small for whether your being Haruka, and its thermal conductivity is large. Then, the low-temperature expansibility of composite material and high temperature conductivity can be reconciled, so that it is filled up with many SiC powder into a matrix metal (so that a filling factor is enlarged).

[0016] However, the thermal conductivity (thermal conductivity) is influenced by not only the filling factor but the area of the interface formed between a matrix metal and a SiC particle. Therefore, it is desirable to reduce the area of an interface, while gathering a filling factor, when acquiring the high temperature conductivity of composite material. If a SiC particle with big mean particle diameter is only distributed, although the area of an interface becomes small, a filling factor will also fall and a desired coefficient of linear expansion will not be obtained. If a SiC particle with small mean particle diameter is distributed, even if it can enlarge a filling factor on the other hand, the area of an interface becomes large and thermal conductivity falls. Moreover, it is easy to condense the SiC particle with not much small mean particle diameter, and it reduces a filling factor on the contrary.

[0017] Then, in addition to the above-mentioned manufacture approach, this invention person also developed the SiC powder which can make the further low-temperature expansibility and the further high temperature conductivity balance by high order origin. That is, when SiC powder was constituted from SiC coarse grain with large mean particle diameter, and a SiC particle with small mean particle diameter and the mean-particle-diameter ratio [ as opposed to the SiC particle of 1.5-4, and SiC coarse grain for the volume ratio to the SiC particle of the SiC coarse grain ] was set to 10-15, the more desirable thing was found out. And it also turned out that it is good to make the filling factor at this time (SiC powder when making the whole composite material into 100 volume % comparatively) into 65 to 75 volume %. More desirably, if 2-3, and a filling factor are made [ a mean-particle-diameter ratio ] into 68 to 72 volume % for 11-14, and a volume ratio, it is more suitable.

[0018] Moreover, it is suitable, if the mean particle diameter of a SiC particle is said concretely, mean particle diameter of SiC coarse grain will be set to 50-300 micrometers and mean particle diameter of a SiC particle will be set to 5-30 micrometers. It is more desirable when mean particle diameter of SiC coarse grain is set to 50-200 micrometers and 75-150 micrometers further 75-125 micrometers. Moreover, it is more desirable when mean particle diameter of a SiC particle is set to 5-20 micrometers and 5-15 micrometers further 7-10 micrometers.

[0019] Here, mean particle diameter is the average of the particle size measured using the sieve-analysis method and the electric resistance method (JIS R6002).

[0020] In addition, the generation method does not ask such SiC powder that SiC coarse grain and a SiC particle should just be intermingled. SiC may be ground mechanically or chemically, and may be generated and the commercial SiC powder with which mean particle diameter differs may be mixed. Moreover, this composite material or SiC powder may also contain the 3rd particle other than a SiC particle and SiC coarse grain (a SiC particle, another ceramic particle, etc. from which particle size differs) in the range which does not deviate from the meaning of this invention.

(2) The molten metal temperature of a teeming process metal matrix is as having mentioned above. In the case of this invention, since molten metal temperature is high enough, the impregnating ability of the molten metal of a between [ SiC powder ] is good. However, unless it pressurizes a molten metal, a molten metal does not fully sink in between SiC powder. Then, the pressure of 50 - 150MPa extent is applied to a molten metal. For example, if it is the case where the molten metal of said pure aluminum is used, it is desirable when the pressure is set to 70-120MPa.

[0021] As for a matrix metal, what is low-temperature expansibility and high temperature conductivity is desirable

also after a reaction with SiC, and coagulation. As long as it is such, especially an alloy element etc. is not scrupulous, but if a reaction with SiC is taken into consideration, pure aluminum (98% or more of purity) is suitable, for example.

[0022] In addition, it cannot be overemphasized that cooling, a coagulation process, a mold release process, a processing process, etc. are carried out a proper sake after this teeming process.

(3) The composite material obtained by the manufacture approach of radiator material this invention for electronic equipment is suitable in it being what is used for the radiator material for electronic equipment. This radiator material for electronic equipment transmits outside the heat produced from there for heat dissipation of electronic equipment. But it is not restricted to the so-called heat sink. For example, it may be the member for thermal-expansion adjustment, the receipt case of electronic equipment, etc. where intervene between metal heat sinks, such as aluminum alloy, and a ceramic substrate, and heat transfer is performed.

[0023]

[Example] Next, an example is given and this invention is explained more concretely.

(The manufacture approach of composite material) A 3x50x80mm tabular aluminum-SiC composite material was manufactured using the manufacture approach concerning this invention mentioned above.

[0024] The SiC mixing powder which mixed two sorts of SiC powder (Showa Denko K.K. make) with which the mean particle diameter of a SiC particle differs was prepared ("SiC powder" as used in the field of this invention). That is, the SiC powder with which mean particle diameter consists of SiC coarse grain which is 100 micrometers, and the SiC powder with which mean particle diameter consists of a SiC particle which is 8 micrometers were mixed at a rate of 7:3 by the volume ratio, respectively (mixed process), and SiC mixing powder was prepared. In addition, a mean-particle-diameter ratio is equivalent to 12.5, and, as for this SiC mixing powder, a volume ratio is equivalent to 2.3.

[0025] Next, it was filled up to metal mold with the concave cavity which met the configuration of said composite material in this SiC mixing powder (like the packer). At the time of this restoration, especially pressurization was not carried out and did not mix a binder etc. But if it carries out like the packer, adding vibration to metal mold, migration of each SiC particle is promoted within a cavity, and it is arranged so that each particle may fill a clearance mutually, and the filling factor of bulk density or composite material may be raised more.

[0026] Next, the molten metal which dissolved pure aluminum (JIS A1050: melting point of 660 degrees C) which is a matrix metal was prepared. This molten metal was changed every 50 degrees C within the limits of 700-950 degrees C, teeming of the molten metal held to each temperature was carried out from the pouring mouth of metal mold, and it pressurized (teeming process). The welding pressure at this time was common to each molten metal, and was set to 100-140MPa.

[0027] In addition, metal mold was beforehand heated at 900 degrees C in front of this teeming process (beforehand a heat process degree). Moreover, the same teeming process was performed also with the case where metal mold (preheating) temperature is made into 700 degrees C. In this example, metal mold was heated by the electric heater and temperature of the metal mold was made into preheat temperature.

[0028] After carrying out air cooling of the metal mold after these teeming processes and making a molten metal solidify (coagulation process), drawing (mold release process) and aluminum-SiC composite material were obtained for the cast from metal mold.

[0029] Although not carried out in this example, cutting of the composite material obtained if needed is carried out, and field roughness, flatness, etc. of a field in contact with electronic equipment can be secured, and it can also consider as the radiator material for electronic equipment.

(Measurement of composite material) About the composite material obtained from various molten metal temperature, thermal conductivity and coefficient of linear expansion were measured. The graph which plotted [ molten metal temperature (degree C) ] those relation for thermal conductivity (W/m-K) and coefficient of linear expansion ( $\times 10^{-6}/\text{degree C}$ ) for the axis of ordinate on the axis of abscissa is shown in drawing 1.

[0030] In addition, a laser flash method heat constant measuring device (vacuum science-and-engineering company make, TC-7000) is used for this thermal conductivity, and it is JIS. It asked by R1611. Coefficient of linear expansion is machine analysis. TMA120C (SEIKO installment) It asked.

[0031] moreover, the filling factor of the SiC mixing powder of each composite material -- Archimedes -- when asked by law, it was about 70% to the whole.

(Evaluation) From drawing 1, the composite material obtained when 900 degrees C or more cost especially more than 850 degree C (threshold reaction temperature of this example) understands that the coefficient of linear expansion is remarkably low for molten metal temperature by making preheat temperature into 900 degrees C. And at this time, thermal conductivity is more than about 210W/m and K, and it has also checked that high temperature conductivity was secured.

[0032] On the other hand, when preheat temperature was made into 700 degrees C, the coefficient of linear expansion hardly changed, even if molten metal temperature became high, but maintained the high value. This is considered because there was no crystallization or generation of the low-fever bulkage which reduces coefficient of linear expansion.

(Organization of composite material) Next, the organization photograph of the composite material of the above-mentioned example which manufactured preheat temperature and molten metal temperature as 900 degrees C is shown in drawing 2 (a) and this drawing (b). Drawing 2 (a) is the organization photograph 50 times the scale factor of this observed with the metaloscope. The thing of white arborescence (the shape of a dendrite) is the crystallization object (crystallization Si) of Si. Drawing 2 (b) is the organization photograph 1000 times the scale factor of this observed with the metaloscope. It turns out that Si has crystallized independently to the interface of the SiC particle which has a large and small particle size.

[0033]

[Effect of the Invention] According to the manufacture approach of this invention, the composite material which demonstrates lower thermal-expansion nature was obtained by crystallization or generation of the low-fever bulkage, maintaining high temperature conductivity.

---

[Translation done.]